

MODELOS E MODELAGEM NA SALA DE AULA: REFLETINDO SOBRE O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Marco Braga

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro

Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação - CEFET/RJ/Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, Brasil
braga@tekne.pro.br

Carlos Toledo

Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro

Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação - CEFET/RJ/Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, Brasil
carlos.toledo@ymail.com

RESUMO: Os modelos estão presentes dentro da ciência e dentro do ensino de ciências. Entretanto, a discussão mais aprofundada da realidade desses modelos assim como a sua construção estão afastados das aulas de ciências. Esse trabalho é uma atividade realizada na escola básica do Brasil para discutir os modelos e a modelagem dentro da ciência. A partir da elaboração de modelos foi realizada uma discussão sobre o Realismo e o Antirrealismo Científico.

PALAVRAS-CHAVE: Modelos, Filosofia da Ciência, Realismo, Antirrealismo, Ensino de Ciências

OBJETIVOS

A ciência é formada por diversos tipos de modelos. Em níveis de complexidade e representatividade diferentes, esses modelos são parte fundamental da construção do conhecimento científico. Tanto um cientista, como um aluno que aprende ciência, lidam todo o tempo com modelos em seu dia a dia. Dessa forma, uma verdadeira educação científica não pode se eximir dos debates sobre os modelos e seu papel na ciência.

Nesse trabalho pretende-se empreender com alunos do Ensino Médio uma reflexão metacientífica sobre o papel dos modelos na ciência. Mais do que aprender a modelar, pretende-se refletir sobre questões consideradas controversas e para as quais ainda não se tem respostas conclusivas. Portanto, para além de ensinar um conteúdo, pretende-se levantar um problema e fazer pensar.

Sabemos que as discussões sobre modelos encerram um alto grau de complexidade epistemológica e que são parte de uma profunda reflexão. Portanto, não se pode esperar que alunos de Ensino Médio possam desenvolver numa primeira abordagem níveis de complexidade filosófica. Entretanto, pode-se tangenciar o tema, permitindo que os alunos desenvolvam uma reflexão inicial, ainda que em caráter superficial nesse primeiro momento. Espera-se que essa reflexão possa ir se complexificando ao longo do tempo.

MARCO TEÓRICO

Um modelo possui muito mais do que apenas características do representado. O modelo é, por vezes, uma analogia ou uma simplificação de uma entidade. Entretanto, essa entidade existe?

Na ciência não se extinguem os exemplos de modelos construídos para representar o que não se pode representar. Alguns desses modelos são criados para fazer uma generalização ou uma simplificação da Natureza, e assim, poder estudá-la. Desde Aristóteles, não há ciência não ser do geral (*apud* Bunge, 2008). Entretanto, complica-se um pouco mais quando o questionamento passa para a discussão se o que está representado realmente existe.

A partir do ponto que se está representando uma entidade que não se pode “ver”, uma entidade *inobservável*, deve-se questionar se ela é real. Dentro da Filosofia da Ciência pode-se destacar dois grupos que defendem proposições antagônicas dessas entidades não-observáveis, os Realistas e os Antirrealistas.

Diversos são os autores que definem o que são modelos em ciência devido à polissemia da palavra. Nesse trabalho será adotada a seguinte definição:

Os modelos são representações, baseadas geralmente em analogias, que se constrói contextualizando certa porção do mundo com um objetivo específico. (Guerrero, 2010).

Assim, dentro da Filosofia da Ciência permeia um debate sobre a veracidade de seus modelos, das teorias científicas e processos. Desde a Grécia antiga os objetivos do conhecimento sobre a Natureza sempre foram questionados. Para Aristóteles as bases das ciências eram as representações evidentes e necessárias da maneira de ser das coisas (Losee, 1997). Os filósofos mais modernos divididos em dois grupos, Realistas e Antirrealistas, discordam se as teorias da ciência precisam ser verdadeiras e se objetivo da ciência é descrever o real.

Para a posição dos que se enquadram dentro do Realismo Científico o objetivo da ciência é uma descrição verdadeira do mundo (Okasha, 2011). Dessa forma o Realismo Científico pode ser descrito como:

A ciência visa dar-nos em suas teorias um relato literalmente verdadeiro de como o mundo é, e a aceitação de uma teoria científica envolve a crença de que ela é verdadeira. (van Fraassen, 2007).

Assim, um cientista realista tem a crença de que a teoria é verdadeira e ela só deverá ser superada quando uma “nova” teoria se aproximar mais ainda da verdade. Para isso a ciência descreve os mínimos detalhes da realidade da natureza em seus processos e entidades, mesmo que sejam inacessíveis ao sentido do homem (Ody, 2005).

Em uma visão oposta existe o Antirrealismo Científico, na qual:

(...)o antirrealismo é posição segundo qual o objetivo da ciência pode bem ser atendido sem fazer o relato verdadeiro, e a aceitação de uma teoria pode, de modo apropriado, envolver algo menos (ou diferente) que a crença de que ela é verdadeira. (van Fraassen, 2007).

Para o antirrealista a teoria científica é aceita por possuir virtudes, sem que essa sejam literalmente verdadeira (Hacking, 2008). A teoria deve ser empiricamente adequada, ajudando na previsão dos fenômenos (van Fraassen, 2007).

Historicamente a divergência maior dos dois grupos está presente nas partes inobserváveis do mundo. Essa parte é composta de entidades que fogem aos sentidos humanos, basicamente os modelos como átomos, elétrons, quarks, entre outros (Okasha, 2011).

Assim, suponha que uma teoria bem sucedida empiricamente postule a existência do elétron. Para o realista o elétron realmente deve existir, pois a teoria faz previsões do mundo observável. Um argu-

mento a favor dos realistas é a manipulação. Se é possível manipular um elétron ele tem que existir (Hacking, 2008). No lado oposto, para o antirrealista o elétron não precisa existir mesmo que uma teoria seja empiricamente bem sucedida. Podem existir outras teorias que não postulem o elétron e também façam a previsão dos fenômenos.

METODOLOGIA

Este trabalho é uma investigação baseada numa atividade didática. A pesquisa teve caráter qualitativo e desenvolveu-se na forma de coleta de ideias apresentadas durante os diálogos entre professor e alunos, registrados durante a atividade. Seguiu-se uma sequência didática baseada no conceito de MDA- Modelo Didático Analógico (Galagovsky y Aduriz-Bravo, 2001).

A temática utilizada foi a *Atração Magnética*, pois é um tema que envolve entidades inobserváveis, *dipolos magnéticos*, e fazia parte do conteúdo das turmas envolvidas.

A atividade didática foi desenvolvida com três turmas do 2º. ano (11º. ano de formação- 15/16 anos de idade) do Ensino Médio de uma escola situada na cidade do Rio de Janeiro. Inicialmente essas turmas foram divididas em grupos, com aproximadamente 6 alunos em cada grupo (Figura 1).

Uma primeira questão foi proposta da seguinte forma:

Todos conhecem o ímã. Já utilizaram na geladeira de casa, no quadro de recados ou brincaram com ele no fone de ouvido. Ele tem uma propriedade de atrair ou repelir outro ímã, ou mesmo certos tipos de metais. Para vocês, o ímã funciona? Elabore um modelo com um esquema e uma explicação para esse funcionamento.

A partir da proposta foi dado um tempo de 40 minutos para a discussão interna dos grupos. Cada grupo discutiu a pergunta e elegeu um representante para apresentar a toda a turma o modelo desenvolvido pelo grupo. A partir da apresentação de cada modelo, toda a turma passou a discutir o modelo apresentado pelos colegas (Figura 1). Este tipo de técnica de discussão visava criar um sistema de busca de falseamento (Popper, 2008) dos modelos apresentados.



Fig. 1

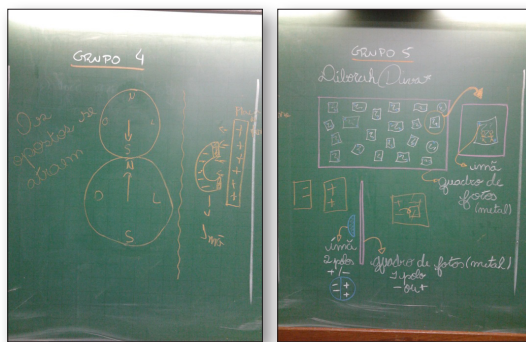


Fig. 2

A riqueza dessa metodologia é que ela gerava uma discussão entre todos os alunos, a crítica ao modelo do colega possibilitava a problematização de seu próprio modelo. Ou seja, conforme o debate acontecia, os grupos questionavam o funcionamento dos modelos e podiam ir aperfeiçoando o seu próprio.

Passado esse primeiro momento de trabalho com modelagem do fenômeno, iniciou-se um debate procurando refletir sobre a atividade. Portanto, procurou-se desenvolver um trabalho no campo da metaciência, onde se pretendia discutir alguns aspectos do processo de construção do conhecimento científico.

RESULTADOS

Dentro de todos os modelos elaborados pelos alunos a maioria deles possuía uma unidade fundamental de sinal *positivo e negativo*.

Figura 2: Modelos com unidades fundamentais positivas e negativas.

Realizando uma análise dos conteúdos abordados na série, pode-se verificar que no ano corrente a turma estudou o conteúdo de eletrostática. Assim, a atração e repulsão eletrostática era explicada por cargas positivas e negativas. Dessa forma, assim como na ciência, os alunos também utilizaram em seus modelos analogias com sistemas já conhecidos.

Outro ponto observado é que um dos grupos apresentou uma explicação mitológica. Ou seja, “seres” animados fariam essa atração. Retirando qualquer relação com uma possível brincadeira, o grupo teve uma boa argumentação. “*Se não podemos ver o que causa essa atração, porque não podemos acreditar nos seres?*” O professor da turma contra-argumentou que a abolição de seres mitológicos dentro da ciência foi feita desde a Grécia. Entretanto, a argumentação poderia ter uma segunda intenção de problematizar a razão científica frente a outras possibilidades de explicação que são consideradas pela ciência como não sérias.

Ao final, no consenso dos grupos, o modelo que mais se aproximou realmente era com cargas positivas e negativas. Um fato que colabora com a análise é que esse consenso ocorreu de forma muito parecida nas três turmas sem que elas se comunicassem. Então, o fato de uma teoria científica anterior explicar um fenômeno corretamente é decisivo para que esse modelo seja extrapolado para outros fenômenos.

Dentro dessa realidade de debate, o professor aproveitou o momento para começar a indagar a realidade daquele consenso. Aquele era um consenso da turma e ele era suficiente para responder aos problemas do fenômeno? Assim, outro questionamento foi levantado:

Se esse consenso for melhorado e discutido com as outras turmas, depois com outros colégios, depois com outras cidades, e assim por diante, podemos dizer que esse modelo realmente é uma verdade?

Os alunos foram confrontados com uma realidade diferente. Para eles, esse modelo criado por eles não era verdade, pois tinha sido elaborado por alunos. Entretanto, se fossem cientistas seria verdade? Ou seja, o que validava o modelo era quem tinha elaborado? Esse ponto foi debatido pelo professor, desmitificando a figura do cientista. O professor apresentou algumas possíveis maneiras de testar o modelo, entretanto deixou claro que isso seria uma incógnita, pois não se pode olhar por dentro de ímã para saber se realmente é assim.

Como conclusão da tarefa, o professor encaminhou uma questão para o pensamento em casa:

Se esse modelo for testado experimentalmente em laboratório e não tiver nada que o refute, podemos assim, agora, dizer que o interior do ímã é dessa forma?

Na semana seguinte, já fora da pesquisa, o professor continuou com o conteúdo de magnetismo e apresentou o modelo aceito atualmente pela ciência. As turmas demonstraram melhor entendimento quando o professor colocou que o modelo de dipolos magnéticos era aceito pela ciência. Ficou bem

claro para a turma que esse modelo aceito não era necessariamente verdadeiro. Dessa forma, a ciência pode ser vista como um processo de construção. O debate da filosofia da ciência contribui para a problematização da física ensinada no ensino básico, dando maior complexidade e estrutura para a aprendizagem de ciências.

CONCLUSÃO

A utilização do fenômeno magnético foi uma boa estratégia, pois todos os alunos já conheciam e tinham manipulado um ímã. Dessa forma, a primeira fase de apresentação do fenômeno não foi necessária. A maioria dos alunos já tinha manipulado ímãs, tentando aproximar, grudá-los em lugares distintos.

A criação dos modelos e a tentativa de refutação daqueles criados por outro grupo foi um dos pontos positivos. Sem que o falsificacionismo de Popper (2008) fosse apresentado, os alunos procuraram falsear o esquema apresentado pelo grupo oposto. Da mesma forma, cada grupo ao apresentar seu modelo procurava elaborar respostas “coerentes” para validá-lo. Assim, de uma forma simplificada, e não considerando outras formas de influência e decisão, os alunos puderam vivenciar um procedimento da ciência. Quando novos modelos são criados grupos distintos tentam falseá-los ou contestá-los.

Por outro lado, procurou-se também apresentar o fato de existirem diversos outros fatores que fazem com que um modelo seja aceito pela comunidade científica. Esses fatores nem sempre são unicamente intra-científicos (Braga, Guerra e Reis, 2012). A refutação é uma questão lógica. Mas a aceitação pode ter diversas outras naturezas.

O trabalho foi uma forma de questionar a visão de realidade dos alunos. O professor se preocupou em não ter um discurso tendencioso para o Realismo ou para o Antirrealismo. Os alunos foram problematizados visando apenas criar reflexão e que pudesse elaborar visões mais elaboradas sobre a construção do conhecimento científico (Guerra, Braga, Reis, 2011).

Assim, atividade contribuiu para uma construção da ciência na escola. A Física apresentada nessa atividade está fora da realidade da maioria das aulas, que estão somente preenchidas de fórmulas e cálculos matemáticos. A discussão da ciência e de seu processo de construção é tão importante para o ensino quanto à matematização. Não se pode pensar em uma ciência do século XXI sem matemática, mas não podemos resumir todas as aulas à resolução de problemas vazios epistemologicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, M., GUERRA, A. REIS, J. C. (2012) The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate Between Biot and Ampère, *Science & Education*, v. 21, p. 921-934, 2012.
- BUNGE, M.. (2008). *Teoria e Realidade*. Tradução: Gita K. Guinsburg. Série Debates no. 72. São Paulo: Perspectiva.
- GALAGOVSKY, L., ADÚRIZ-BRAVO A. (2001) Modelos y Analogías en la Enseñanza de las Ciencias naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico, *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2).
- GUERRA, A., BRAGA, M., REIS, J. C. (2011) Creating a More Sophisticated Student Vision of Nature of Science, Strand 5 ESERA Conference Proceedings, Lyon.
- GUERRERO, J.A.C.. (2010). Los modelos en la enseñanza de las ciencias. *In* Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- HACKING, I. (1983). *Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*. New York: C.U. Press.

-
- LOSEE, J.. (1997). *Uma introdução Histórica à Filosofia da Ciência - Afirmação e desenvolvimento do método de Aristóteles no período medieval*. Tradução de Carlos Lains. São Paulo: Terramar.
- ODY, L.C. (2005). *A questão do observável/inobservável nas visões de Bas van Fraassen e Ian Hacking*. Santos/SP: Paradigmas, v.25, n.março/abril, p.4-6.
- OKASHA, S.. (2011). *Realismo e Antirrealismo*. Tradução: Marques Segundo, L., Miranda, S..
- POPPER, K. (2008). *Conjecturas e Refutações*, Brasília: Editora UNB
- VAN FRAASSEN, B..(2007). *A Imagem Científica*. Tradução: Luiz Henrique de Araújo Dutra . São Paulo: Editora UNESP: Discurso Editorial.